

## 高等学校情報科におけるプログラミング教育の現状 - 「情報の科学」教科書での比較 -

著者	深谷 和義
雑誌名	椋山女学園大学研究論集 社会科学篇
号	50
ページ	41-49
発行年	2019-03-01
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1454/00002668/">http://id.nii.ac.jp/1454/00002668/</a>

# 高等学校情報科におけるプログラミング教育の現状

——「情報の科学」教科書での比較——

深 谷 和 義\*

Current Situation of Programming Education for the Subject of  
'Information' at High School  
—Comparison among Textbooks of 'Information Study by Scientific Approach'—

Kazuyoshi FUKAYA

## あらまし

2016年度に改訂された科目「情報の科学」の教科書において、プログラミング教育内容が教科書ごとにどのように記述されているかを比較した。その結果、プログラミングに関する記載ページ数、フローチャート数、プログラム数、用語数の他、プログラミング言語及びプログラム内容等のいずれにおいても教科書によって大きく異なることがわかった。そのため、情報科教員はプログラミング教育の際に、生徒の興味や能力に応じて適切な教科書を選定することや必要に応じて使用教科書以外のプログラミング言語や内容を扱う必要がある。

キーワード：プログラミング教育、高等学校、情報科、情報の科学、教科書

## 1 はじめに

2017年に告示された小学校学習指導要領<sup>1)</sup>では、新たに小学校段階からの「プログラミング教育」が求められている<sup>2)</sup>。これは、「プログラミング言語」を覚えるためではなく、児童がプログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を目的としている。教科としてのプログラミング教育ではなく、教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせることとしている。

中学校におけるプログラミング教育は、従来から技術・家庭科の技術分野でプログラムによる計測・制御が行われている。新しい中学校学習指導要領<sup>3)</sup>では、従来の計測・制御に加えて、ネットワークを利用したコンテンツのプログラミングを行うことになる。

---

\* 教育学部 子ども発達学科

高等学校では、2003年から実施されている学習指導要領において、教科情報科が新設され、情報科の選択必修科目の中にプログラミングが含まれる科目があった。現状の情報科では、科目「社会と情報」と「情報の科学」の2科目からの選択必修であるが、プログラミング教育を行う必要があるのは「情報の科学」だけである。2017年度の教科書採択率<sup>4)</sup>では「社会と情報」が82.1%を占め、「情報の科学」は、2割未満の生徒しか履修していないことになる。今回の学習指導要領改訂で、新たに「情報Ⅰ」が必修科目となり、その中でプログラミングが入っている<sup>5)</sup>。したがって、今後は全員に対してプログラミング教育が行われることになる。

プログラミングについては、学ぶ生徒が少ないだけでなく教える教員に教える意識がないことも影響している。小泉は文献6)において、高等学校で情報科を担当する教員に対して、プログラミング教育に関する調査を行っている。ここでは、約70%がプログラミング教育を必要だと考えている一方で、24%あまりは必要ないと回答していると示している。また、実際にプログラミングの指導を全く行っていない教員が半数近い45.4%いると示している。

以上のように、今回の学習指導要領の改訂により、今後は小中高等学校のすべてにおいて、全児童生徒に対してプログラミング教育を行うことになる。その中でも高等学校においては一番多くプログラミング教育が行われることが考えられるため、高等学校でのプログラミング教育がいかに行われるべきかを検討することは重要である。

高等学校情報科におけるプログラミング教育の状況に関する研究はいくつかある。まず、高等学校での教科情報科では、当初はアルゴリズムをフローチャート主体で説明しており、必ずしもプログラミング言語での記載がなされていなかったことが、長らの研究で当時の科目「情報B」の教科書を比較して述べられている<sup>7)</sup>。最近では、厚地らが文献8)において、現状の科目「情報の科学」の教科書を用いて、プログラミング教育の現状を調査している。ここでは、フローチャートやプログラミング言語の扱いの有無、プログラミング言語の種類を主に比較しており、プログラミング教育の内容は「制御」を扱っていないことを記載しているのみで、詳細までは考察していない。また、中西は、文献9)で、高等学校でのプログラミング教育は、教科書を離れて各学校独自の状況に合わせた授業を行っているとして述べている。しかしながら、このことは、永井が文献10)で述べているように、情報科は教科の内容や教育方法が、まだ成熟されたとは言えず、教科基盤の脆弱性があるからだと考えられる。特に、前述のように、今後情報科で必修科目にプログラミング教育が入ること、これまでプログラミング教育を行っていない情報科担当教員が半数近くいることを考えると、教科書で適切なプログラミング教育を扱っていることが必要だといえる。

本論文では、次期学習指導要領におけるプログラミング教育の在り方を検討するための第一歩として、プログラミング教育の現状を調査することを目的とする。調査は、新しい高等学校学習指導要領解説情報（各学科に共通する教科）編<sup>11)</sup>を踏まえて、現状の科目「情報の科学」の教科書で詳細に行う。

## 2 高等学校情報科でのプログラミング教育の変遷

高等学校では、2003年度から教科情報科が必修になっている。当時の情報科は、科目「情報A」「情報B」「情報C」の3科目の選択必修となっていた。また、プログラミング教育は、科目「情報B」で「アルゴリズム」を学ばせることが中心とされていた。

2013年度から実施されている現行の学習指導要領では、1章で述べたように、科目「社会と情報」「情報の科学」の2科目からの選択必修となっている。「情報の科学」では、「アルゴリズム」を用いた問題解決だけでなく、適切な「アプリケーションソフトウェア」や「プログラミング言語」を用いるという記述がされている。

2022年度から実施される次期学習指導要領では、「情報I」の1科目が必修科目となる。情報Iでは、4つ記載されている内容の1つに「コンピュータとプログラミング」がある。そこでは、「アルゴリズム」を表現することや「プログラミング」によってコンピュータや情報通信ネットワークを活用することが求められている。必修科目にプログラミングが位置付けられていることで、教科情報科ができて初めてプログラミングを全員学ぶ状況になった。

次期高等学校学習指導要領解説情報（各学科に共通する教科）編<sup>11)</sup>では、「コンピュータとプログラミング」において、「アルゴリズム」や「プログラミング」に関して次の記載がある。まず、取り扱い内容では、「例えば、気象データや自治体が公開しているオープンデータなどを用いて数値の合計、平均、最大値、最小値を計算する単純なアルゴリズムや、探索や整列などの典型的なアルゴリズムを考えたり表現したりする活動を取り上げ、アルゴリズムの表現方法、アルゴリズムを正確に表現することの重要性、アルゴリズムによる効率の違いなどを扱うことが考えられる。」としている。また、プログラミング言語に関して、「対象に応じた適切なプログラミング言語の選択、アルゴリズムをプログラムとして表現すること」としている。

## 3 調査方法

本論文執筆時点で使用されている高等学校の教科書の最新版は、2016年に検定を受けている。そこで、2016年改訂教科書（以下、新教科書）を用いてプログラミング教育の現状を調査する。現行の学習指導要領における検定教科書は、検定が2012年にされた教科書（以下、旧教科書）からである。情報科の科目のうち、「社会と情報」ではプログラミングは扱っていないため、「情報の科学」の教科書を用いて調査する。

「情報の科学」は新教科書では6種類<sup>12)–17)</sup>発行されており、旧教科書では5種類<sup>18)–22)</sup>発行されている。新教科書のうち5種類<sup>12)–16)</sup>は旧教科書を改訂しており、1種類<sup>17)</sup>は、新たに発行されている。なお、旧教科書のうち、2種類<sup>21)22)</sup>は新教科書発行後も継続して扱っているため、2016年度以降では計8種類<sup>12)–17)21)22)</sup>の教科書から選ぶことができる。本論文においては、主に2016年に発行された6種類<sup>12)–17)</sup>の新教科書のみを扱う。ただし、一部については、新教科書と旧教科書とを比較する。

プログラミング教育に関する内容を扱っているという判断は、2章を踏まえて、アルゴリズムやプログラムに関する記載で行う。アルゴリズムはフローチャート、プログラムは

プログラミング言語の内容で見る。教科書ごとの比較項目は、「ページ数」「フローチャート及びプログラミング言語によるプログラム数」「プログラミング言語の種類」「プログラムの構造」「プログラムの内容」「プログラムに関する用語」とする。

## 4 結果と考察

### 4.1 新教科書での比較

#### 4.1.1 比較の概要

調査対象とした6種類<sup>12)~17)</sup>の教科書のプログラミングに関するページ数、フローチャート数、プログラム数、用語数を表1に示す。表1において、6種類の教科書をA, B, C, D, E, Fと記載している。以下でも同様の記載である。なお、記載順はページ数が多い順としている。

教科書によってプログラミング教育に関する記載数が大きく異なることがわかる。まず、ページ数では6~27で4.5倍の差がある。フローチャート数の多い順はページ数の順と概ね似ているが、0~17とページ数以上に違いがある。中には教科書Cのようにページ数が平均程度あるにも関わらずフローチャート数が2と少ない教科書もある。プログラム数では、フローチャートとプログラムを1対1で記述していることが多いので、フローチャート数と似た傾向である。ただし、フローチャート数が少ない教科書Cのプログラム数は11でおおよそ平均の値と同じである。これは、後述するように、プログラムの約半数でプログラミング言語にドリトルを使っており、ドリトルの場合には日本語で記述されることからフローチャートを使わなくてもわかりやすいと判断しているからだと考えられる。用語数は概ねページ数との比例に近い教科書が多いが、教科書Bにおいてはページ数に対して非常に少ない。

表1 プログラミング教育の記載数

	A	B	C	D	E	F	平均
ページ数	27	24	18	16	16	6	17.8
フローチャート数	16	13	2	17	8	0	9.3
プログラム数	12	14	11	19	10	1	11.2
用語数	22	11	16	16	16	7	14.7

#### 4.1.2 使用プログラミング言語

使用されているプログラミング言語を表2に示す。表2において、丸数字あるいは四角数字で示した数字は、そのプログラミング言語で記載されているプログラム数である。丸数字の場合は、その教科書に記載されているすべてのプログラム数と一致していることを意味しており、四角数字の場合は、その教科書に記載のプログラムの一部であることを意味している。

表2から、教科書Dを除いてすべての教科書でExcel VBAが使われていることがわかる。これは、他の単元においてもExcelを学ぶことから、同じExcelを使ってプログラミング教育を行うことを踏まえていると考えられる。教科書Dのみ、Excel VBAではなく、JavaScriptが使われている。なお、教科書Aでは、すべてのプログラムをExcel VBAと

JavaScript の両方で記述している。また、教科書 C では、Excel VBA かドリトルのいずれか一方のみで記述している。このように、教科書を選ぶことによって、必然的に扱っているプログラミング言語が決まることになる。したがって、例えば、教科書 D に記載されている内容を Excel VBA で教えたい場合は、教員がそれに対応した学習プリント等を準備して授業を行う必要が生じる。

表2 使用プログラミング言語

	A	B	C	D	E	F
Excel VBA	⑫	⑭	⑤		⑩	①
JavaScript	⑫			⑰		
ドリトル			⑥			

○はすべてのプログラム、□は一部のプログラム

#### 4.1.3 記載プログラムの構造

扱われているプログラムの構造別のプログラム数を表 3 に示す。ここでは、プログラムの中で、順次構造、選択構造、繰り返し構造が使われている個数を示している。これら 3 種類の構造は重複で数えている。また、多くのプログラミング学習者がつまづきやすいと考えられる配列、多重ループが使われているプログラム数も数えている。配列は、1 次元配列と 2 次元配列を、多重ループは 2 重ループと 3 重ループをそれぞれ（ ）内に内数で示している。

順次構造はすべてのプログラムで扱われるため、それぞれのプログラム数と一致する。選択構造は教科書 D において、プログラム数に対して多く扱われていることがわかる。また、繰り返し構造は教科書 D の他、教科書 F を除いてすべての教科書である程度多く扱われている。配列は、教科書 A、教科書 B、教科書 D、教科書 E では似た数だけ使われているが、教科書 C では一つもない。2 重ループにおいては、教科書 A のみ一つもない。なお、3 重ループは教科書 E のみに記載があった。このように、扱われているプログラムの構造にも教科書によって違いが多くあるといえる。

表3 記載プログラムの構造

	A	B	C	D	E	F	平均
順次構造	12	14	11	19	10	1	11.2
選択構造	3	7	4	13	6	1	5.7
繰り返し構造	7	10	7	13	7	1	7.5
配列	4	6	0	5	5	1	3.5
(1 次元配列)	(4)	(1)	(0)	(5)	(5)	(1)	
(2 次元配列)	(0)	(5)	(0)	(0)	(0)	(0)	
多重ループ	0	5	3	3	2	1	2.3
(2 重ループ)	(0)	(5)	(3)	(3)	(1)	(1)	
(3 重ループ)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(0)	

#### 4.1.4 主な内容別プログラム数

主なプログラム内容の違いを表4に示す。ここでは、2章で記載した次期高等学校学習指導要領解説情報（各学科に共通する教科）編<sup>1)</sup>に単純なアルゴリズムとして例示されている数値の合計、平均、最大値、最小値の4種類、また、典型的なアルゴリズムとして例示されている探索、整列に加えて素数の3種類、合わせて7種類を取り上げて示している。それぞれ扱われているプログラム数と、探索、整列、素数については、具体的な方法を記載している。素数の「エラトステネス」は「エラトステネスのふるい」の意味である。

まず、単純なアルゴリズムでは、どの教科書においても単なる四則演算での和は扱っているが、繰り返し構造を使って多くの数の合計を求めるプログラムを扱っているのは教科書Aと教科書Dのみである。また、2数の大きい方あるいは小さい方を求めるプログラムを扱っている教科書は他にもあったが、繰り返し構造を使って最大値を求めているプログラムは教科書Dのみで扱っている。次に、典型的なアルゴリズムでは、探索が教科書A、教科書B、教科書Eで、整列が教科書C、教科書D、教科書E、教科書Fで、素数が教科書C、教科書Dでのみそれぞれ扱われている。ただし、フローチャートのみではあるが、探索が教科書Fでも、整列が教科書Aでもそれぞれ扱われている。表4においては、数値はプログラム数のみで記載しているが、フローチャートのみで扱っている具体的な方法は（ ）内に記載している。いずれの教科書においても典型的なアルゴリズムとして例示されているプログラムを1つは扱っているが、プログラム数も内容も大きく異なるといえる。なお、教科書Bでは一連のパズルを解く内容を少しずつ作成していく構成となっている。

表4 主な内容別プログラム数

	A	B	C	D	E	F
合計	2	0	0	2	0	0
平均	0	0	0	0	0	0
最大値	0	0	0	1	0	0
最小値	0	0	0	0	0	0
探索	2 逐次探索 二分探索	1 逐次探索	0	0	3 逐次探索 二分探索	0 (逐次探索) (二分探索)
整列	0 (選択ソート)	0	1 選択ソート	3 バブルソート コムソート	2 交換ソート	1 バブルソート
素数	0	0	2 試し割り	6 試し割り エラトステネス	0	0

#### 4.1.5 主な用語の記載状況

主な用語記載状況を表5に示す。ここでは、プログラムに関する用語として教科書に太字で書かれている用語を中心に数えている。ただし、太字の用語は教科書によって異なるため、いずれかの教科書において太字で記載されている用語を踏まえて筆者が全教科書に



において共通に選んだ用語を対象としている。なお、意味が同じと思われる用語は筆者が統一して記載している。例えば、「プログラミング言語」と「プログラム言語」は「プログラミング言語」に、「繰り返し」「繰り返し構造」「反復」「反復構造」は「反復・繰り返し」にまとめている。

前述したように、教科書Aで全体的に幅広い用語が記載されていることがわかる。教科書Aの他には、教科書Cで「デバッグ」「機械語」、教科書Eで「エディタ」という古くからのプログラミングで用いている用語が記載されている。

表5 主な用語の記載状況

	A	B	C	D	E	F
2次元配列	○					
canvas				○		
CSS	○					
JavaScript	○					
アルゴリズム	○	○	○	○	○	○
エディタ	○				○	
エラトステネスのふるい				○		
コーディング			○			
スタイルシート	○					
デバッグ	○		○			
ドリトル			○			
バグ	○					
フローチャート	○	○	○	○	○	
プログラミング						○
プログラミング言語	○		○	○	○	
マクロ	○	○	○		○	○
演算子	○		○	○	○	
関数				○		
機械語			○			
反復・繰り返し	○	○	○	○	○	
構造化プログラミング	○					
順次	○	○	○	○	○	
制御構造				○		
宣言		○	○			
選択・分岐	○	○	○	○	○	
添字	○			○	○	
逐次探索	○	○			○	
配列	○	○	○	○	○	
交換法					○	
バブルソート				○		○
クイックソート				○		
選択ソート	○		○		○	
単純前方探索						○
改良型前方探索						○
二分探索	○				○	○
変数	○	○	○	○	○	
乱数		○				
用語数	22	11	16	16	16	7



#### 4.1.6 全体の考察

4.1.1項～4.1.5項で示したように、扱うプログラムの数、言語、構造、内容、用語等のいずれにおいても教科書によって大きく異なるといえる。情報科の教科書を選択する際には、プログラミング教育に関する箇所だけでなく、教科書全体の内容から決めることになる。しかし、選ばれた教科書によって、プログラミング教育が大きく異なるものになることを情報科担当教員は意識する必要がある。

#### 4.2 旧教科書との違い

5種類<sup>18)～22)</sup>の旧教科書でのプログラミングに関するページ数、フローチャート数、プログラム数、用語数を表6に示す。ここでは、表1での新教科書と比較するため、新教科書Aに対応する旧教科書をA'のように記載している。教科書Dは旧教科書が発行されていなかったため、教科書D'の欄をすべて「-」としている。平均は発行されている5種類の教科書の数値から求めている。

教科書E(E')、教科書F(F')は新教科書と旧教科書で扱っているプログラムがすべて同じである。ただし、教科書E(E')のフローチャートは1つだけ新教科書で追加されている。他では、教科書A(A')はページ数、フローチャート数、プログラム数、用語数が旧教科書から新教科書になってすべて増えている。それに対して、教科書B(B')、教科書C(C')のプログラムは新教科書になって減っている。このように、教科書の種類によってプログラミング教育で扱うプログラム数の増減の状況が異なっていることがわかる。

プログラミング言語においては、旧教科書では、Excel VBAが使われずにJavaScriptを扱っている教科書が教科書A'、教科書C'の2種類あった。新教科書になって、教科書AではExcel VBAを追加記載しており、教科書CではJavaScriptをExcel VBAに変更している。つまり、Excel VBAを扱う教科書が増えているといえる。

表6 旧教科書でのプログラミング教育の記載数

	A'	B'	C'	D'	E'	F'	平均
ページ数	14	28	18	-	16	6	16.4
フローチャート数	11	13	2	-	7	0	6.6
プログラム数	10	24	15	-	10	1	12.0
用語数	20	10	15	-	16	7	13.6

## 5 ま と め

現在情報科で使用している6種類の教科書を中心に、プログラミングに関するページ数、フローチャート数、プログラム数、用語数を調査した。その結果、教科書におけるプログラムでは、記載数・内容ともに教科書によって大きく異なることがわかった。その傾向は、旧教科書との比較において、プログラミング言語についてはExcel VBAを扱う教科書が増えているが、それ以外においては教科書ごとに変わり方の傾向もさまざまであった。したがって、情報科担当教員はプログラミングを教える際に、生徒の興味や能力に応じて適切な教科書を選定することや必要に応じて使用教科書以外の内容を扱う必要がある。

## 付記

本論文の一部は、日本情報科教育学会第11回全国大会（2018年6月23日，東京都）で発表した<sup>23)</sup>。

## 参考文献

- 1) 文部科学省：“小学校学習指導要領”，東洋館出版社（2017）。
- 2) 堀田龍也：“新学習指導要領における情報教育の動向”，情報処理，vol. 59，no. 1，pp. 72-79（2017）。
- 3) 文部科学省：“中学校学習指導要領”，東山書房（2017）。
- 4) 内外教育編集部：“内外教育 データで読む教育 2016～2017 調査・統計解説集”，時事通信社（2017）。
- 5) 鹿野利春：“学習指導要領の改訂と共通教科情報科”，情報処理，vol. 58，no. 7，pp. 626-629（2017）。
- 6) 小泉力一：“高等学校「情報科」の実態調査の中間報告”，日本教育工学会研究報告集，JSET15-3，pp. 89-96（2015）。
- 7) 長慎也，兼宗進，並木美太郎他：“「情報B」の教科書比較—「手順的な自動処理」の観点から—”，情報処理学会研究報告コンピュータと教育（CE），vol. 2006，no. 46，pp. 27-34（2006）。
- 8) 厚地一弘，藤村裕一，大平和哉他：“高等学校普通科におけるプログラミング教育の批判的考察”，日本教育工学会研究報告集，JSET18-3，pp. 131-136（2018）。
- 9) 中西渉：“高校におけるプログラミング教育—愛知県の状況と実践事例の報告—”，情報処理学会誌，vol. 57，no. 4，pp. 358-361（2016）。
- 10) 永井克昇：“新教育課程への期待と展望—日本型情報教育の確実な実施—”，情報教育資料じっきょう，vol. 35，pp. 1-4（2013）。
- 11) 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説情報（各学科に共通する教科）編”，[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073\\_19.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073_19.pdf)（参照日 2018.9.1）。
- 12) 赤堀侃司，永野和男，東原義訓他：“情報の科学”，東京書籍（2017）。
- 13) 岡本敏雄，山極隆他：“最新情報の科学 新訂版”，実教出版（2017）。
- 14) 岡本敏雄，山極隆他：“情報の科学 新訂版”，実教出版（2017）。
- 15) 坂村健他：“改訂版 高等学校 情報の科学”，数研出版（2017）。
- 16) 水越敏行，村井純，生田孝至他：“新・情報の科学”，日本文教出版（2017）。
- 17) 山口和紀他：“高等学校 情報の科学”，第一学習社（2017）。
- 18) 赤堀侃司，永野和男，東原義訓他：“情報の科学”，東京書籍（2014）。
- 19) 岡本敏雄，山極隆他：“最新情報の科学 新訂版”，実教出版（2014）。
- 20) 岡本敏雄，山極隆他：“情報の科学 新訂版”，実教出版（2014）。
- 21) 坂村健他：“改訂版 高等学校 情報の科学”，数研出版（2014）。
- 22) 水越敏行，村井純，生田孝至他：“新・情報の科学”，日本文教出版（2014）。
- 23) 深谷和義：“高等学校情報科「情報の科学」教科書におけるプログラミング教育の比較”，日本情報科教育学会第11回全国大会，pp. 11-12（2018）。